



汽车内隐藏的污染 ——

有时候，走快车道还是值得的。在合用车道行车，不仅可以避免象邻近慢车道上的交通阻塞^①，还可以避免在连头接尾的车流中爬行时，尾气污染潜入车内造成对肺部的损害。过去二十多年内，已有二十多项研究对世界各地的车内污染进行考察。这些研究的结果极为相似：在拥挤的车流内行车，会造成车内污染物浓度水平比城市环境空气高出10倍。

即使关上窗户，关掉通风，人们也将长时间受到高浓度尾气污染物的暴露，因为如今不堵车的车道也不那么好找了。美国各城市的交通阻塞状况还在继续恶化。根据德克萨斯州交通研究所出版的《2001年城市流动性报告》(2001 Urban Mobility Report)，美国68个城市地区的平均交通阻塞时间1999年要比1982年长3倍。

尽管有专家指出车内污染对健康危害的严重性，但人们对每天坐在车内和车流急

缓行车对健康的影响仍不甚了解。加利福尼亚州环保局空气资源委员会研究处空气污染专家 Scott Fruin 说：“那确实是一个相当不卫生的地方，不适合长时间呆在里面。”多种车内污染物有致癌嫌疑，有的则可能会对神经系统、免疫系统、及生殖系统产生影响。有的还会干扰内分泌系统。由于车内污染物浓度通常都未超出目前已经制定的为数不多的室外空气标准的范围，对车内污染进行健康评估因缺乏车内空气质量标准而

呼吸与驾驶 不可兼得？



难以进行。建立标准可为判断污染负荷是否会对车内乘客的健康造成不利影响提供一个判断依据。但是，即使有这么一个标准，儿童、老人、及免疫系统反应有缺陷的弱势人群仍会受到威胁。另外，人们对车内各种污染物所造成的综合影响也知之甚少。

尽管美国当局还没有针对车内污染制定有关规定，但当局已经认识到这一问题。美国环保局国家环境暴露研究实验室(National Exposure Laboratory)一位从事研

究的化学专家 Ron Williams 说：“我们当然对这一问题感兴趣，且我们正在协助这方面的研究工作。”但是，汽车制造商们似乎还未把这一问题提到议事日程上来。位于华盛顿特区的汽车制造商联盟主管环境事务的副总裁 Greg Dana 说：“我们还没有听到这方面的提议。”

朋友，给我挪点地方

在加利福尼亚州，开车和汽车尾气排放

已经成为大众日常生活中不可缺少的一部分。无论是开车的，还是坐车的，都认为汽车可起屏蔽式的作用将他们和污染的空气隔开。但在一份于1998年12月为加利福尼亚空气资源委员会准备的题为《加利福尼亚州的汽车内某些空气污染物浓度测量结果》(Measuring Concentrations of Selected Air Pollutants Inside California Vehicles)的报告的作者们认为，现实情况并不是这样的。

为了进行这一项研究，研究人员分别驾

加利福尼亚州洛杉矶市几种车内污染物的浓度

污染物	车内浓度 (各种行车状况下最大-最小/平均值范围)	环境浓度
MTBE	20-90/31-60	10-26 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
苯	10-22/13-17	3-7 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
甲苯	23-58/30-51	10-40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
甲醛	<MQL-24/7-20	7-21 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM _{2.5}	23-107/32-83	21-64 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM ₁₀	23-111/36-89	54-103 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
一氧化碳	<MQL-1 (ppm), 平均值	<MQL-4

资料来源: Rodes C, Sheldon L, Whitaker D, Clayton A, Fitzgerald K, Flanagan J, DiGenova T, Hering S, Frazier C:《在加利福尼亚州进行的几种车内空气污染物浓度的测量》。
加利福尼亚州萨克拉门托市:加利福尼亚州空气资源管理局, 1998。

缩写: <MQL, 小于量化限值

驶一辆 1991 年产雪佛莱 Caprice, 一辆 1997 年产福特 Taurus, 一辆 1997 年产福特 Explorer, 以及一辆校车在各种天气条件下在洛杉矶、沙加满都的高速公路、干线公路、以及乡村公路上行驶, 并测量车内污染物水平。从 1997 年秋天在洛杉矶进行的 16 次实验以及在沙加满都进行的 13 次实验, 他们发现车内十几种污染物的浓度, 包括甲醛、苯、甲苯、一氧化碳, 均比道路 20 英尺区域内的高, 且根据天气情况和不同地点, 污染物浓度是附近环境监测站测得浓度水平的 2-10 倍。少数金属的浓度, 如铅和铬, 与路边或环境空气相比, 相似或略低。但硫的浓度要高一些。但研究人员提醒, 由于研究的样本太少, 还不能作出任何结论。

尽管在沙加满都发生交通阻塞的情况要少一些, 但交通阻塞在两地的高速公路及干线公路造成污染物浓度升高极为相似。几乎在所有情况下, 在洛杉矶合用车道上测得的浓度都要比高速公路及干线公路上高峰或非高峰情况下测得的浓度都要低。但是, 在洛杉矶, 即使是在快行车道上, 许多污染物的浓度都要比环境空气高出 3-4 倍。

沙加满都的乡村公路上, 车内污染物的浓度比该市的高速公路及干线公路上要低得多, 但比所行驶道路周围要高。两地都测

到的唯一比较明显的例外就是颗粒物。车内测得的颗粒物浓度一般情况下要比道路周围及环境空气浓度低约 40%, 这很可能是因为颗粒物在进入汽车过程中有一部分被滤掉。从总体上来说, 在洛杉矶开车所受到的污染物负荷比在沙加满都要高得多。这很可能是由于洛杉矶市车距较近, 且环境空气中污染物浓度较高所造成的。

研究人员发现, 无论是在哪个城市, 汽车车型以及汽车通风条件对污染水平的影响都不大。但是, 他们的确发现有几个因素对车内污染物水平的影响还是比较大的。主要影响因素之一就是前面一辆车的废气排放量。研究人员发现, 以柴油为动力的公共汽车或卡车可使紧跟其后的车辆内的某些短期颗粒物的水平迅速翻倍。旧车或状况不好的汽油动力车也可使紧跟其后的车辆内的污染物水平大大提高。与此相反的是, 以乙醇或压缩天然气为动力的汽车排出的颗粒物及碳黑要少得多。另外, 大风也可有效驱散各类汽车排放的废气, 大大降低紧跟其后的车辆内的污染物水平。

一项以巡警为研究对象的研究

1994 年在南韩进行的一项研究显示, 车内空气污染问题并不限于美国。研究人员

在人口为 2 百 50 万的大邱地区进行了 70 次冬季行驶实验 - 公共汽车和 1990 年 Excel 各 35 次, 并测量了苯、甲苯、乙苯、*m/p* 二甲苯, *o*-二甲苯以及完全挥发性有机化合物的浓度。这项研究发表在《空气和废物管理协会杂志》(Journal of the Air & Waste Management Association) 1996 年 8 月刊上。研究发现, 在车辆的窗户及换气都关闭的情况下(公共汽车开门上下客除外), 城区的挥发性有机化合物浓度比郊区要高出 63-93%, 小汽车内的浓度要比公共汽车内高出 33%。研究人员认为造成小汽车与公共汽车的浓度差异的原因是小汽车的进气口更接近地面, 因而容易吸入更多的污染物, 以及公共汽车开门时会使车内部分挥发性有机物逸出。本研究没有将车内浓度与道路周围区域的浓度进行对比。

《空气和废物管理协会杂志》(Journal of the Air & Waste Management Association) 1995 年 2 月刊上发表的另一项研究对巴黎及周边地区的各类车内污染物进行了分析。1991 年 10 月至 1992 年 9 月期间, 研究人员进行了 58 次测试, 每次为期约 1 个半小时, 以测量汽车行驶途中车内的一氧化碳及包括苯和甲苯在内的六种单环芳香烃的浓度。在采集的小汽车、公共汽车、地铁、以及行人及自

行车专用道的空气样本中。研究人员发现在市区成天驾驶汽车的人受到的一氧化碳暴露可能会超出美国及世界卫生组织规定的标准——他们所测得的 12 ppm (百万分之一) 的平均值比世界卫生组织 10 ppm/8 小时标准和美国环保局 9 ppm/8 小时标准都要高 (美国环保局的 1 小时标准为 35 ppm)。

在巴黎进行的这项研究,城市中心地区小汽车内一氧化碳及单环芳香烃浓度比市区中心环境空气要高出 6-8 倍。与此前在北卡罗莱那州洛丽市 (Raleigh) 进行的一项研究相比,相对于一氧化碳浓度,苯及其它采样的单环芳香烃水平要高得多,这极可能是由于法国没有推广使用催化转化器的原因。研究人员还发现,汽车在处于引擎空转时,车内空气会受到自身排出废气的污染。

行人、骑自行车的人、以及乘坐公共汽车和地铁的人所受到污染物暴露的水平通常要比小汽车及卡车内的人要低。但是,研究人员认为,进行大运动量的人,如骑自行车的人,会吸入大量空气,因此,所受到的总暴露量会接近乘小汽车及卡车内的人。同样,乘坐公共汽车和地铁的人,一般乘车时间比较长,因而暴露时间也比坐小汽车的人长,所受总暴露量估计不会比小汽车及卡车的人低多少。

华盛顿特区一家新技术推广机构——技术评估国际中心——在 2000 年 7 月的一份《车内空气污染:对驾乘人员的潜在威胁》(In-Car Air Pollution: The Hidden Threat to Automobile Drivers) 报告中,对巴黎、大邱,加利福尼亚及其它二十个有关车内污染研究报告进行了回顾综述。他们发现所有的研究报告都有一个相同点,那就是车内污染物浓度通常都要比道路周围及环境空气高出很多。

其它研究尚在进行之中。例如,美国国家污染暴露研究实验室正与美国国家卫生及环境影响研究实验室及位于教堂山市的北卡罗莱那大学合作,开展美国环保局资助的首次车内污染分析,对北卡罗莱那州 12 条高速公路巡警在日常执勤时所受到的污染物暴露及其对健康的影响进行了分析[见插页《巡警所受车内污染物暴露的调查报告》(Troopers in In-Vehicle Pollutant Study)]。在美国环保局和汽车工业的资助下,马萨诸塞州波士顿市的健康影响因素研究所正在新泽西州、德克萨斯州、加利福尼亚州各地的城市进行了一项包括对 17 种羰基化合物在汽车内浓度分析的研究监测。另外,加利福尼亚州空气资源委员会也

在继续研究校车内的空气质量。

尽管已完成的调查研究显示出相同的趋势,且这一趋势与车型及新旧程度无关,但研究人员谨慎指出,由于这些研究的样本规模都较小,还需进行更广泛的研究,并对上述因素以及其它因素进行进一步的研究

分析。例如,1997 年,在加利福尼亚进行的研究中,雨天天气的车内污染物浓度明显高得多。但研究人员无法对这一现象作出解释。另一个因素就是海拔高度。在 2001 年 4 月 15 日的《环境科学与技术》(Environmental Science & Technology)上发表的一篇文章中,

车内污染物对巡警队员健康的影响

2001 年 8 月 20 日,美国环保局(EPA)正式宣布在北卡罗莱那州高速公路巡逻队中开展一项调查,测量空气污染物暴露情况,并对其健康后果进行评估。据美国环保局透露,巡警每天驾车时间长达 9 个小时,比普通美国人高出 6 倍。这么长时间足以使他们暴露在因燃料燃烧而产生的包括臭氧、微小颗粒物、一氧化氮、二氧化氮、一氧化碳、多环芳香烃等在内的高浓度空气污染物中。

这些污染物可能引起各种各样的健康问题之间存在着某种相关性,包括呼吸道机能障碍、哮喘病、头痛、眩晕、及恶心等。颗粒物还会影响肺部功能及心跳速率可调节性。有的多环芳香烃还会致癌。

这项调查应该有助于科学家们更好地理解人们在驾车时受到空气污染物暴露的情况,以及此类暴露对健康的直接影响。这项调查还将揭示巡警这一职业的潜在职业风险。

在进行调查的六个星期中,巡逻车都会加装空气质量监测器来监测进入车辆的各类污染物的浓度。调查人员还对 12 名正常执勤的巡警进行监测,以确定他们在执勤前、执勤过程中、及完成执勤任务后的肺部功能、心率可调节性、及其它指标。

这项调查由位于北卡罗莱那州三角科技园的美国环保局国家污染暴露研究实验室和国家健康及环境影响因素研究实验室共同进行。这是由美国环保局、北卡罗莱那州高速公路巡警队、教堂山市北卡罗莱那大学共同进行的一个合作项目,调查结果于 2002 年 1 月份公布。

- Susan M. Booker

研究人员报告说科罗拉多州丹佛市柴油卡车排放的氧化氮水平比洛杉矶市要高60%。这一发现与此前进行的数项研究中发现的一氧化碳及烃的排放量会随海拔增加而增加是一致的。其它因素包括各地区对汽车排放的控制要求,以及气候条件,包括季节变化。

新车的气味

除了从外界吸入汽车的污染物之外,汽车内还潜伏着不为人知的污染,特别是由制造汽车所用材料散发出来的物质。尽管从公开渠道可以获得的数据很少,但仍有一些数据显示我们所熟悉的“新车味道”中充满了塑料、泡沫、胶粘剂及地毯散发出来的挥发性有机化合物及其它污染物。根据佐治亚州亚特兰大空气质量协会测试实验室的研究报告,常见汽车污染物包括氰化甲烷(乙腈)、正癸醇、甲醛、奈、以及二硫化碳。

在1995年新泽西州举行的科学专题讨论会上,科学仪器公司的官员们报告说他们在一辆全新的1995年林肯 Continental 内发现了100多种挥发性有机化合物,包括十二烷、苯乙烯、苯酚等。两个月后,这些物质的浓度大幅度下降,但还是不难测到,且随着车内温度升高,其浓度也随之增加。

通用汽车公司发言人 Chuck Licari 认为问题并没有那么严重。他说:“通用汽车根本没有把这件事当作一个问题来对待。”该

公司一位分析化学工程师 Steve Swarin 说,公司也断断续续对材料散发物进行了一些研究,但最后得出结论,汽车内的高换气速度会缓解潜在的问题。

车内材料散发物的情况可能确实是这样的。但是,换气的同时,车外污染物也会随之进入车内。即使关上车窗,关掉通风,车内空气对流速度往往也很高,特别是在汽车高速行驶时。例如,在1997年进行的加利福尼亚州的研究项目中,在一辆静止的1997年产福特 Explorer 中,通风打到“循环”档,风扇速度打到“低档”时,换气速度为1.8次/小时,高于一般的室内空气流通速度。当汽车以55英里/小时的速度行驶,在其设置不改变的情况下,车内换气速度增加到13.5次/小时。1991年产雪佛兰 Caprice 在55英里/小时的行驶速度,通风与风扇设置相同的情况下,空气流通速度几乎是福特 Explorer 的三倍,高达39次/小时。

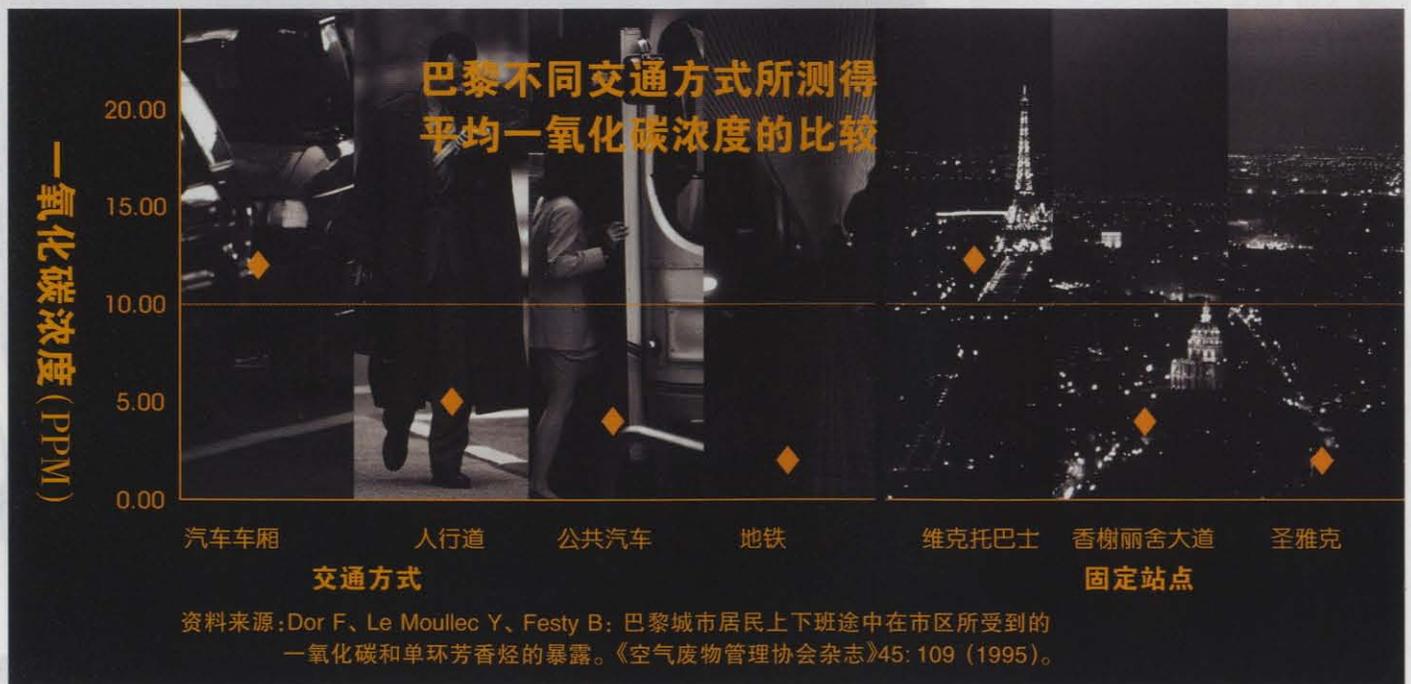
许多汽车制造商都承认霉菌是汽车通风系统内长年存在的一个问题,这一问题在潮湿气候条件下运行的空调中尤为突出。有的霉菌会造成哮喘、呼吸困难、记忆力及听力丧失、肺部出血、甚至死亡。定期消毒可降低霉菌水平。通过改进设计结构也可减少水汽冷凝或杀死过滤器表面上的霉菌。本田公司在发现二十世纪九十年代(1990s)初出产的一些车型的通风系统存在的霉菌过量累积问题后,对这些车型进行了

改进。凌治(Lexus)公司目前在某些车型的通风系统中也悄悄使用了一些抗菌树脂。

车上的人自身也会造成车内空气污染。根据一项1992年对沙特阿拉伯里亚德的公共汽车进行的一项研究,吸烟会大大增加汽车内的空气污染物负荷。研究人员发现,车内吸烟造成的一氧化碳水平要比世界卫生组织及美国环保局的每小时浓度标准高出34倍。

由于目前缺乏车内污染物对健康危害的数据,还无法确定车内暴露对健康的具体影响。对于已制定了标准的少数几种室外空气污染物,在迄今为止进行的各项研究中测得的浓度大多数都低于标准所规定的数值。例如,对于直径在10 μm 以下的颗粒污染物质,1997年进行的加利福尼亚州研究中测得的浓度在2-110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间,低于美国环保局150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24小时)的标准。但是在由技术评估国际中心于1995年在阿姆斯特丹进行的一项研究中,测得的浓度水平却高达194 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

有一种车内空气污染物,苯,是一种已知的人类致癌物质。长期低水平苯暴露还会损害血液及免疫系统。历次车内研究中有记录的最高苯暴露至少要比美国职业安全及健康管理局(OSHA)规定的1ppm的标准低40倍。但是,美国职业安全及健康管理局的标准比国家职业安全及健康研究所及美国政府工业卫生学家协会等机构所建议



针对车内污染可以采取的一些弥补措施

个人保护

尽量走交通不太拥挤的路。在交通拥挤的地区,尽量走不拥挤的车道。

避免紧跟排放严重的污染汽车或柴油车。

在车内不要吸烟。

使用没有“新车气味”的汽车。

使用通风系统采用减少霉菌设计结构的汽车。如果通风系统中出现霉菌污染,用毒性较小的杀菌剂杀灭霉菌。

使用已经安装或可以加装颗粒物过滤器及活性炭过滤器的汽车,或者加装便携式车箱过滤器。过滤器应经常保养。

定期保养汽车。

乘坐公共交通工具、骑自行车、或步行。

全社会努力

开展进一步研究,将问题搞清楚,并寻求解决方案。

继续开发不需要燃烧石油产品的动力系统。

逐步淘汰旧车,并鼓励使用污染排放少的汽车。

鼓励使用公共交通工具、自行车、或步行。

的标准要高出好几倍。

加装过滤器及相关信息

被问及车内空气质量问题时十几个大型汽车制造厂都不愿意就这一问题发表看法。来自福特、丰田、本田、以及大众(Wolkswagen)的代表们暗示他们已经意识到这一问题,并正在采取一些缓解措施。但他们拒绝透漏公司针对车内污染物的存在情况及所采取的解决方法或可能已经实施研究的任何详细情况。戴姆勒克莱斯勒(DaimlerChrysler)的发言人则拒绝提供任何信息。

通用汽车公司的官员们指出,目前,汽车工程师协会正在就车内空气质量问题展开讨论。该协会是由工程师、企业主管、教育工作者、及学生组成。该协会车内空气控制标准委员会主席 Ward Atkinson 说,一套以一氧化碳为重点的建议标准可能将于2002年初公布。他还补充说,由于汽车行驶在一条充满污染物的长廊中,其它污染物会比较难以控制。

凌治是丰田公司的一个分公司。该公司发言人 Doug Murtha 说,他们就几个方面入

手采取措施。除了在通风系统中使用抗菌树脂抑制霉菌生长之外,他们还在各种车型上加装空气过滤器及可自动调节通风档的感测装置。其中一款还在后排座位后面安装了车内过滤器。但是, Murtha 拒绝透漏任何针对具体数据支持这些措施的有效性。

在汽车经销处进行的抽样检查显示,许多制造商在过去3-4年内有选择性地有一些车型内增加了颗粒物或活性炭过滤器。有的汽车厂,如 Saab,至少从二十世纪八十年代中期就开始采取上述措施。由 E. L. Foust 和 AllerMed 等厂家生产的可以插入点烟器的便携式空气过滤器面世也已有几十年。

有的车内过滤器在出厂前就已经安装,有的可由经销商改装。而有的车型由于设计结构原因,不能安装空气过滤器。有的过滤器价格低廉,易于更换。有的则价格昂贵且更换难度大。由于过滤器使用的滤网必须允许足够的气流通过,因此,极可能在滤除细小颗粒及一些其它污染物时不会非常有效。另外,要滤去挥发性有机化合物及一氧化碳等污染物,制造滤网所使用的材料也应该区别于目前所使用的材料。有一些汽

车销售人员说,目前少数要求安装过滤器的人的目的是为了减轻较为明显的花粉过敏症状,而不是针对不明显的因化学污染物引起的症状。

但是,过滤器只是一种被动的保护方法。而减少接触侵害健康的污染物无疑是治本的更有效方法。从短期来说,汽车驾乘人员可尽量走阻塞情况稍微好一些的快行车道来部分达到这个目的。汽车制造商及监察机构则应继续努力,以减少尾气排放及霉菌污染,并展开更多针对车内材料散发物污染的研究。

研究工作仍在进行,一些健康政策的官员尚无法确定相关的风险。美国有毒物质和疾病登记处环境健康工作人员、苯和甲醛污染问题专家 Sharon Wilbur 说:“人人都开车,我希望开车不会带来什么健康风险”。

- Bob Weinhold

译自 *Environmental Health Perspectives*
109: A422 - 427 (2001)

注1: freeway carpool lanes: 高速公路快行车道。这种车道在高峰时段只允许车上有两个或以上的人的行驶。旨在鼓励大家上下班时几个人共用一车,减少路上的行车数量,减轻交通负担,减低城市污染。